

REC'D 04 AUG 2004

WIPO

PCT

IB1041 051360 PHE 030288 EP2



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

03102518.2 ✓

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

R C van Dijk



Anmeldung Nr:
Application no.: 03102518.2 ✓
Demande no:

Anmeldetag:
Date of filing: 13.08.03 ✓
Date de dépôt:

Anmelder/Applicant(s)/Demandeur(s):

Philips Intellectual Property & Standards
GmbH
Steindamm 94
20099 Hamburg
ALLEMAGNE
Koninklijke Philips Electronics N.V.
Groenewoudseweg 1
5621 BA Eindhoven
PAYS-BAS

Bezeichnung der Erfindung/Title of the invention/Titre de l'invention:
(Falls die Bezeichnung der Erfindung nicht angegeben ist, siehe Beschreibung.
If no title is shown please refer to the description.
Si aucun titre n'est indiqué se référer à la description.)

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Filters zum Zurückhalten einer
von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s)
revendiquée(s)
Staat/Tag/Aktenzeichen/State/Date/File no./Pays/Date/Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation/International Patent Classification/
Classification internationale des brevets:

G03F7/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten/Contracting states designated at date of
filing/Etats contractants désignées lors du dépôt:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LU MC NL
PT RO SE SI SK TR LI

BESCHREIBUNG

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Filters zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Filters
5 zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, sowie einer Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12. Die vorliegende Erfindung bezieht sich zudem auf die Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in der EUV-Lithographie.

10 Die EUV-Lithographie soll in den kommenden Jahren zur Massenproduktion von integrierten Schaltkreisen eingesetzt werden. Hierzu sind Strahlungsquellen erforderlich, die insbesondere eine hohe Ausgangsleistung zum Bestrahlen von Wafern bereitstellen. Nach heutigem Kenntnisstand sind hierbei zwei Konzepte für die Strahlungsquelle besonders erfolgversprechend.

15 Beim sogenannten Laserpulsplasmaverfahren wird eine Substanz in Form eines Targets in den Fokus eines gepulsten Laserstrahls eingebracht. Durch Absorption des Laserstrahls verdampft das Target. Zudem wird die Substanz zumindest teilweise so hoch ionisiert, dass sie Strahlen im Wellenlängenbereich von 10 nm bis 14 nm emittiert.

20 Beim zweiten Konzept einer Strahlungsquelle wird eine Substanz in Form eines Arbeitsgases mittels elektrischer Entladung unter Bildung eines Plasmas zur Emission von EUV-Strahlen angeregt.

25 Ein besonders schwerwiegendes Problem dieser beiden Strahlungsquellen ist eine Verschmutzung von optischen Komponenten innerhalb eines EUV-Lithographiegerätes durch Abscheidung der von der Strahlungsquelle kommender Substanz.

30 Die JP 2000 349 009A offenbart einen insbesondere für EUV-Strahlen permeablen Filter, der die Substanz Xenon aufhält. Dieses Filter ist insbesondere für Hochleistungsstrahlungsquellen naturgemäß ungeeignet, da insbesondere Substanzen mit einer hohen Umwandlungseffizienz - sprich dem Verhältnis Ausgangsleistung der

EUV-Strahlen zu eingekoppelter Energie - innerhalb kürzester Zeit einen hierbei verwandten Kollektorspiegel blockieren. So verringert beispielsweise bereits eine monoatomare Lage von Zinnatomen auf dem Kollektorspiegel dessen Reflexionskoeffizienten um ca. 10 %. Das Filter ist zudem einer sehr hohen Strahlenintensität ausgesetzt, da die Ausgangsleistung der EUV-Strahlen durch eine relativ kleine Filterfläche tritt.

Weiterhin sind Siliziumnitridmembrane in Form von Fenstern zur Elektronenmikroskopie verwandt worden. Diese Fenster sind aufgrund ihrer geringen mechanischen Stabilität standardisiert auf eine Maximalgröße von 25 mm². Diese relativ geringe Fensterfläche steht einer industriellen Anwendung in der EUV-Lithographie entgegen.

Um Strahlen außerhalb des Wellenlängenbereichs für EUV-Strahlen zu reduzieren und die Optiken eines EUV-Lithographiegeräts zumindest teilweise vor der Verschmutzung durch die Strahlungsquelle zu schützen, sind dünne Metallfolien eingesetzt worden. Zur Verbesserung der Handhabbarkeit wurde hierbei ein streifenförmiges Gerüst aus Nickelmetall aufgeklebt. Als Klebstoff wurden Epoxide verwandt.

Es hat sich gezeigt, dass derartige Epoxidverbindungen unter den thermischen Bedingungen für eine Verwendung in Hochleistungsstrahlungsquellen ungeeignet sind.

Daher liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung mit den eingangs genannten Merkmalen anzugeben, das mit technisch einfachen Mitteln den Einsatz für insbesondere Hochleistungsstrahlungsquellen ermöglicht, die Transmission der EUV-Strahlen während des Betriebs dauerhaft sicherstellt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren zur Herstellung eines Filters zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz, das eine für Extrem-ultraviolette- und/oder weiche Röntgenstrahlen transparente Dünnschicht aufweist, wobei das Filter hochtemperaturfest ist.

Hierdurch ergibt sich der Vorteil, dass das Filter relativ nahe der Strahlungsquelle angeordnet werden kann. Eine hohe thermische Belastbarkeit des Filters ist aufgrund von Absorptionsphänomenen und des Wärmeübertrags durch die Substanz notwendig. Eine hierdurch auf das Filter übertragene Leistung liegt im Bereich von
5 etwa 1000 Watt. Unter Annahme eines Radiuses von etwa 5 cm für das Filter ergibt sich unter Verwendung des Stefan-Boltzman-Gesetzes, dass das Filter eine Temperatur von etwa 1225 K erreicht.

Von besonderem Vorteil für das Verfahren ist, wenn zunächst die Dünnschicht
10 und dann eine Stützstruktur für die Dünnschicht oder umgekehrt hergestellt werden, wobei das Filter derart fertig gestellt wird, dass die Dünnschicht hochtemperaturfest mit der Stützstruktur verbunden ist.

Das Filter kann hierdurch großflächig ausgestattet werden. Durch den dann
15 vergrößerten Radius des Filters sinkt bei konstanter Leistung der Strahlungsquelle die thermische Belastung des Filters. Eine damit einhergehende Materialschonung erhöht dessen Lebensdauer erheblich.

Vorzugsweise ist das Verfahren so gestaltet, dass zumindest die Dünnschicht
20 mittels eines chemischen und/oder physikalischen Abscheidungsprozesses hergestellt wird.

Selbstverständlich können zur Herstellung der Dünnschicht alle dem Fachmann bekannten Verfahren verwandt werden. Werden jedoch auf konventionelle Dünnschicht-
25 techniken basierende Fabrikationsprozesse verwandt, lassen sich auf einem geeigneten Substrat höchst homogene Schichten erzeugen, die beispielsweise innerhalb enger Grenzen über eine große Fläche gute optische Eigenschaften, wie Transmission bezüglich EUV-Strahlen, aufweisen. Konventionelle Verfahren umfassen dabei beispielsweise CVD- und PVD-Verfahren.

30

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens sieht vor, dass mindestens die Dünnschicht überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium,

Zirkoniumcarbid (ZrC), Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid (SiC), Siliziumnitrid (Si₃N₄), Bornitrid (BN) oder eine Kombination daraus enthält.

5 Diese Materialien zeichnen sich durch gute optische Eigenschaften, wie beispielsweise hohe Transparenz bezüglich EUV-Strahlen und einer hohen strukturellen Integrität einer daraus hergestellten Dünnschicht über ein großes Temperaturintervall aus.

10 Das Verfahren zur Herstellung eines Filters kann derart weitergebildet werden, dass die Dünnschicht und die Stützstruktur einteilig hergestellt werden.

Hierdurch können insbesondere beim Aufheizen bzw. beim Abkühlen des erfindungsgemäßen Filters thermisch induzierte Spannungen zwischen der Dünnschicht und der Stützstruktur zumindest größtenteils vermieden werden.

15

Um einerseits einen hohen Transmissionskoeffizienten bezüglich der EUV-Strahlen und andererseits eine hohe mechanische Stabilität der Dünnschicht sicherzustellen, wird das Verfahren vorteilhaft derart weitergebildet, dass eine Schichtdicke für die Dünnschicht von etwa 100 nm erreicht wird. Schichtdicken im Bereich von 100 nm lassen sich sowohl kostengünstig als auch massenhaft durch die beispielhaft oben genannten Verfahren herstellen.

20

Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Verfahren sieht vor, dass auch die Stützstruktur überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium, Zirkoniumcarbid (ZrC), Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid (SiC), Siliziumnitrid (Si₃N₄), Bornitrid (BN) oder eine Kombination daraus enthält.

25

Insbesondere bei Anwendung von gleichen Materialien können beispielsweise thermische Spannungen zwischen der Dünnschicht und der Stützstruktur vermieden werden.

30

Das Verfahren kann dahingehend verbessert werden, dass eine Stärke für die Stützstruktur von etwa 1 µm bis 1 mm eingestellt wird.

Wiederum kann durch Variation der Stärke der Stützstruktur die mechanischen Eigenschaften dieses erfindungsgemäßen Filters auf den entsprechenden Anwendungsfall angepasst werden.

5

Selbstverständlich können für das Filter auch Materialien verwandt werden, die die Handhabung, den Transport und die Lagerung vereinfachen. Die Verfahren sind hierzu derart gestaltet, dass für die Dünnschicht und die Stützstruktur ein Material, das einen Schmelzpunkt von mindestens 1300 °C aufweist, ausgewählt wird.

10

Das Material kann in Form von Dotierungen sowohl optische wie auch mechanische Eigenschaften des erfindungsgemäßen Filters verbessern. Ein vollständiger, im wesentlichen extrem dünner Überzug aus dem Material kann insbesondere eine Handhabung des Filters außerhalb einer Vakuumkammer, in der die Strahlungsquelle eingebracht ist, stark vereinfachen. Dieser Überzug dient ähnlich einer Oxidschicht auf einem Aluminiummetallstück, zur Passivierung. Das Material kann jedoch ebenso gut ein Teil der Stützstruktur sein, die beispielsweise in Form einer Berandung zusätzliche mechanische Stabilität verleiht.

20

Die Verfahren sind vorteilhafterweise derart weitergebildet, dass die Stützstruktur streifenförmig, beispielsweise unter Ausbildung eines gitter- oder wabenartigen Geflechts ausgeführt wird.

Hierdurch wird konstruktionsbedingt eine beispielsweise bei Änderung von Druckverhältnissen im EUV-Lithographiegerät auftretende Lastwechsel über die Stützstruktur abgeleitet.

30

Derartige Strukturen sind beispielsweise durch ein gezieltes Abscheiden auf einem zuerst hergestellten Dünnschicht, der als Dünnschicht fungiert, bereitzustellen. Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist es jedoch vorgesehen, dass das Geflecht mittels Erodieren, Laserbearbeiten oder fotochemischem Ätzen erzeugt wird. Hierzu wird beispielsweise auf eine Dünnschicht eine zweite Schicht mit entsprechender Stärke aufgebracht und mittels der genannten Verfahren das Geflecht erzeugt.

Hierdurch sind in besonders produktionstechnisch einfacher Weise Geflechte mit zureichender Anzahl von Streifen und/oder Knotenpunkten gezielt herzustellen.

Auch kann das Geflecht mittels selektiven Wachstums hergestellt werden.

- 5 Hierzu kann zunächst eine Maske auf der Dünnschicht erzeugt werden, dann wird ein Material, beispielsweise mittels eines galvanisch oder eines CVD-Prozesses nur dort abgeschieden wird, wo keine Maske vorhanden ist. So kann beispielsweise eine Metall-oxidschicht auf der Dünnschicht als Maske fungieren. Anschließend kann ein Metall zum Beispiel Silizium außerhalb der Metalloxidschicht als Stützstruktur abgeschieden
10 werden.

Diese Strukturen können selbstverständlich auch durch jede andere in der Fachwelt bekannte Technik erzeugt werden.

- 15 Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung wird weiterhin gelöst durch eine Vorrichtung zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz mittels eines Filters, das eine für Extrem-ultraviolette- und/oder weiche Röntgenstrahlen transparente Dünnschicht aufweist, wobei das Filter hochtemperaturfest ist. Naturgemäß wird mittels der Strahlen eine hohe Leistung - also Energie pro Zeiteinheit
20 - auf das Filter übertragen, sodass sich dieses während des Betriebs schnell aufheizt. Selbstverständlich kann eine Einrichtung für das Filter vorgesehen werden, wodurch eine vorbestimmte Betriebstemperatur einstellbar ist.

- Da insbesondere bei gepulsten Strahlenquellen die Energie innerhalb kurzer
25 Zeiteinheiten auf das Filter treffen, kann durch ein Vergrößern der Filterfläche insbesondere mit einem Flächeninhalt von mehr als 25 mm², die Belastung für das Filtermaterial weiter verringert werden. Um eine verbesserte mechanische Stabilität des Filters zu erreichen, kann die Vorrichtung derart ausgebildet werden, dass die Dünnschicht hochtemperaturfest mit einer Stützstruktur verbunden ist bzw. die Dünnschicht
30 und die Stützstruktur einteilig herstellbar sind.

Hierdurch wird eine Verbindung zwischen Dünnschicht und Stützstruktur erreicht, die langfristig den thermischen Belastungen durch die Strahlungsquelle widerstehen.

5 Da die Vorteile der weiteren Ausführungsformen der Vorrichtung denjenigen des erfindungsgemäßen Verfahrens entsprechen, wird auf deren detaillierte Beschreibung verzichtet.

10 Ohne Beschränkung der allgemeinen Verwendung des Verfahrens bzw. der Vorrichtung zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz, besteht eine besonders vorteilhafte Verwendung des Filters bei einer Vorrichtung für die EUV-Lithographie. Die von einer Strahlungsquelle eingebrachte Substanz wird hierbei durch das Filter zurückgehalten und eine relativ rasche Verschmutzung von optischen Komponenten vorteilhaft beeinflusst.

15 Die Verwendung kann besonders vorteilhaft derart weitergebildet werden, wenn das Filter bei einer Temperatur von etwa 900 °C bis etwa 1300 °C betrieben wird. Das Filter kann aufgrund der verwandten Materialien für die Dünnschicht bzw. einer hochtemperaturfesten Verbindung mit der Stützstruktur relativ nah zur Strahlungsquelle
20 angeordnet werden. Dessen strukturelle Merkmale bleiben während des Betriebs der Strahlungsquelle intakt. Anders gesagt, die Dünnschicht des Filters wird unter den Temperatur- und Druckverhältnissen eines industriell durchgeführten EUV-Belichtungsprozesses weder verdampfen noch schmelzen.

25 Die Verwendung des Filters kann dahingehend verbessert werden, dass die Temperatur für das Filter so einstellbar ist, dass die zurückgehaltene Substanz unter dem vorherrschenden Druck verdampft. Durch ein relativ rasches Verdampfen der Substanz vom Filter verbleibt eine hinreichend große Restfläche für den Durchtritt der EUV-Strahlen.

30 Eine besonders vorteilhafte Ausführungsform der Verwendung des Filters sieht vor, dass die Temperatur für das Filter so einstellbar ist, dass die zurückgehaltene Substanz mit einer höheren Rate vom Filter verdampft, als sie darauf abgeschieden

wird. Hierdurch wird eine relativ schnelle Entfernung von der auf dem Filter abgeschiedenen Substanz erreicht. Damit könnten selbst kurzfristig auftretende Schwankungen der Transmission des Filters durch Absorption von Strahlen, hervorgerufen durch auf dem Filter abgeschiedene Substanzpartikel nahezu vollständig
5 vermieden werden.

Um eine mengenmäßige Verringerung der vom Filter zurückgehaltenen Substanz zu ermöglichen, kann die Verwendung derart vorteilhaft weitergebildet werden, dass zwischen Strahlungsquelle und dem Filter zusätzlich ein Foiltrap angeordnet wird. Das Foiltrap dient zur Abschwächung der von der Strahlungsquelle
10 kommenden Substanz, indem den Substanzpartikeln kinetische Energie entzogen wird. Verschiedene Ausführungsformen des Foiltraps sind Gegenstand älterer Anmeldungen. Durch die geringe kinetische Energie der auf das Filter treffenden Substanz kann ein Sputtern - sprich ein Abtragen von Material, insbesondere von der Dünnschicht -
15 vermieden werden.

Die Verschmutzung von optischen Komponenten des Lithographiegeräts und der Wafer kann unter Verwendung des erfindungsgemäßen Filters dadurch verringert werden, dass das Filter fensterartig die Strahlungsquelle abdichtet. Durch Abdichtung
20 mittels des Filters entsteht eine räumliche Trennung von Strahlungsquelle und den optischen Komponenten. Die Verschmutzung der optischen Komponenten unterbleibt somit fast vollständig. Auch die vom Filter verdampfende Substanz kann die optischen Komponenten nicht erreichen.

25 Zur Steigerung der Leistung der Strahlungsquelle dient neben einer Erhöhung der einzukoppelnden Energie, einer geeigneten Auswahl der Substanz unter dem Gesichtspunkt der Umwandlungseffizienz, auch eine Erhöhung der Konzentration der Substanz in der Strahlungsquelle. Durch die Verwendung des Filters zum Abdichten der Strahlungsquelle kann die Verwendung derart ausgestaltet werden, dass die
30 Substanz in der Strahlungsquelle einen Partialdruck von etwa 10 Pa erreicht.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele sowie aus den Zeichnungen, auf die nun Bezug genommen wird. Es zeigen:

- 5 Fig.1 den schematischen Querschnitt eines ersten Ausführungsbeispiels eines
 Filters im Strahlengang einer Strahlungsquelle angeordnet;
- Fig.1a eine nicht maßstabsgerechte Seitenansicht eines zweiten Ausführungs-
 beispiels;
- 10 Fig.2 den Querschnitt eines Halbfabrikats eines dritten Ausführungsbeispiels;
- Fig.2a eine perspektivische Ansicht eines vierten Ausführungsbeispiels;
- 15 Fig.2b den Aufriss eines fünften Ausführungsbeispiels;
- Fig.3 eine schematische Seitenansicht eines ersten Verwendungsbeispiels; und
- Fig.4 eine weitere schematische Seitenansicht eines zweiten Verwendungs-
20 beispiels.

Gleiche Bezugszeichen bezeichnen stets die gleichen konstruktiven Merkmale und beziehen sich, soweit im folgenden nichts anderes gesagt ist, stets auf die Fig.1 bis 4.

25 In Fig.1 ist ein Filter 10 zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle 12 kommenden Substanz 14 angeordnet. Das Filter 10 weist eine bezüglich Extrem-ultra-violett- und/ oder weiche Röntgenstrahlen 16 transparente Dünnschicht 18 auf. Um das Filter 10 insbesondere bei hohen Temperaturen verwenden zu können, ist das gesamte
30 Filter 10 hochtemperaturfest ausgeführt.

Das Filter 10 wird derart fertiggestellt, dass die Dünnschicht 18 hochtemperaturfest mit einer Stützstruktur 20 verbunden ist. Die Dünnschicht 18 und die

Stützstruktur 20 können nacheinander, ohne Berücksichtigung einer Reihenfolge hergestellt werden.

Die Dünnschicht 18 kann mittels eines chemischen und/oder physikalischen Abscheidungsprozesses, beispielsweise durch ein CVD- oder PVD-Verfahren, hergestellt werden. Die Dünnschicht 18 enthält überwiegend Stoffe, die bestimmte optische Charakteristika aufweisen. Neben einer hohen Transparenz bezüglich EUV-Strahlen 16 können diese Stoffe beispielsweise Strahlen mit einer Wellenlänge im UV-, IR- und VIS-Bereich, sowie unerwünschte Wellenlängen im EUV-Bereich, großteils absorbieren. Die Dünnschicht 18 enthält daher überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium, Zirkoniumcarbid, Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid, Siliziumnitrid, Bornitrid oder eine Kombination daraus.

Auch kann, wie in Fig. 1a gezeigt, ein Filter 10 einteilig hergestellt werden. Die Dünnschicht 18 und die Stützstruktur 20 sind aus einer einzigen Stoffschicht mit einer durch Punkte angedeuteten Materialstärke herausgearbeitet worden. Die Dünnschicht 18 weist sowohl bei diesem Ausführungsbeispiel als auch bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Filters eine Schichtdicke 22 von etwa 100 nm auf.

Während beim in Fig. 1a gezeigten Ausführungsbeispiel die Stützstruktur 20 naturgemäß aus dem selben Stoff wie die Dünnschicht 18 gefertigt ist, kann selbstverständlich auch die in Fig. 1 gezeigte Stützstruktur 20 überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium, Zirkoniumcarbid, Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid, Siliziumnitrid, Bornitrid oder eine Kombination daraus enthalten. Die Stützstruktur 20 wird je nach Anwendungsfall so erzeugt, dass sie eine Stärke 24 im Bereich von etwa 1 µm bis 1 mm erreicht.

Anhand der Fig. 2 und Fig. 2a soll das Verfahren zur Herstellung eines Filters 10 näher erläutert werden. Auf eine mittels konventioneller Dünnschichttechniken auf einem geeigneten Substrat erzeugten Dünnschicht 18 mit einer Schichtstärke 22 wird hochtemperaturfest eine zweite Schicht mit einer Stärke 24 abgeschieden. Die Dünnschicht 18 kann hierbei beispielsweise überwiegend Siliziumnitrid und die zur

Herstellung der mit Punkten angedeuteten Stützstruktur 20 beispielsweise überwiegend Silizium enthalten. Sowohl die Dünnschicht 18 als auch die Stützstruktur 20 sind im allgemeinen aus einem Material gefertigt, das mindestens einen Schmelzpunkt von 1300 °C aufweist.

5

Hierzu können neben dem Hauptbestandteil der Schichten weitere Stoffe, vorzugsweise durch PVD- und/ oder CVD-Verfahren in Form von Dotierungen und/ oder einer Beschichtung ausgeführt sein. Mittels Erodieren, Laserbearbeiten oder photochemischem Ätzen kann in einem weiteren Verfahrensschritt die Stützstruktur 20 streifenförmig, beispielsweise unter Ausbildung eines gitter- oder wabenartigen Geflechts 26 erhalten werden.

So erhält man beispielsweise die in Fig.2a gezeigte gitterartige Struktur des Geflechts 26 mittels einer Bestrahlung mit UV-Licht durch eine geeignete Maske und anschließendem Ätzen mit Fluorwasserstoff. Hierbei wird chemisch selektiv nur die in Fig.2 gezeigte obere Schicht aus Silizium im Vakuumofen unter Bildung flüchtiger Verbindungen wie SiF_4 und Wasserstoff angegriffen und entfernt. Die als Dünnschicht 18 dienende Siliziumnitridschicht wird durch die Behandlung nicht verändert.

Fig.2b zeigt einen Aufriss eines nach dem vorstehend beschriebenen Verfahren hergestellten Filters 10. Auf der Dünnschicht 18, ist eine Stützstruktur 20 in Form eines wabenartigen Geflechts 26 einteilig angeordnet. Durch eine solche geometrische Ausführung der Stützstruktur 20, die selbstverständlich auch in Form von Kreisen, von Dreiecken und dergleichen ausgebildet sein kann, lassen sich auch besonders großflächige Filter 10 mit einem Radius von beispielsweise 10 cm herstellen, die über hinreichend gute optische und vor allem mechanische Eigenschaften verfügen.

Zu den mechanischen Eigenschaften gehört beispielsweise eine geringe thermische Spannung bei Temperaturwechsel zwischen der Stützstruktur 20 und der Dünnschicht 18. Mechanische Belastungen, die während einer Lagerung, dem Transport und während der Verwendung in einer Strahlungsquelle 12 auftreten; beispielsweise beim evakuieren entstehende Druckdifferenzen, widersteht ein solches großflächiges Filter 10. Selbstverständlich kann auch ein Bypass, zwischen

Strahlungsquelle 12 und einer die optischen Einrichtungen enthaltenen Kammer angeordnet, vorgesehen sein.

Ein erstes Verwendungsbeispiel ist in Fig.3 gezeigt. Dabei ist zwischen Filter 10 und der Strahlungsquelle 12 ein wohlbekanntes Foiltrap 28 angeordnet. Eine solche Anordnung kann insbesondere in der EUV-Lithographie verwandt werden. Eine zur Erzeugung der EUV-Strahlen 16 in der Strahlungsquelle 12 verwandte Substanz 14 dringt bis zum Filter 10 vor. Das Filter 10 weist neben einer Dünnschicht 18 eine Stützstruktur 20 auf. Zumindest die Dünnschicht 18 ist bezüglich der EUV-Strahlen 16 transparent. Aufgrund von Absorption der auf eine der Strahlungsquelle zugewandten Oberfläche des Filters 10 auftretenden Strahlen 16 heizt sich das Filter 10 auf. Das Filter 10 wird in einem Temperaturintervall von etwa 900 °C bis 300 °C betrieben. Die Temperatur wird dabei beispielsweise so eingestellt, dass die mittels Filter 10 zurückgehaltene Substanz 14 unter dem vorherrschenden Druck verdampfen kann. Hierdurch kann insbesondere während des Betriebs der Strahlungsquelle 12 ein hoher Transmissionskoeffizient des Filters 10 sichergestellt werden. Mittels des Foiltraps 28 kann beispielsweise die kinetische Energie der in Richtung des Filters 10 wandernden Substanz 14 insoweit reduziert werden, dass ein Sputtern der Dünnschicht 18 nahezu vollständig unterbleibt.

20

In Fig.4 ist ein zweites Verwendungsbeispiel gezeigt. Die nicht maßstabsgerechte Seitenansicht zeigt einen Filter 10, dessen Temperatur, auch mittels einer hier nicht gezeigten zusätzliche Einrichtung, so einstellbar ist, dass die von der Strahlungsquelle 12 verwandte Substanz 14 zurückgehalten wird, wobei die auf dem Filter 10 abgeschiedene Substanz 14 mit einer höheren Rate vom Filter 10 verdampft. Hierdurch kann eine Abscheidung von Substanz 14 auf das für die Strahlen 16 transparente Filter 10 im zeitlichen Mittel betrachtet nahezu vollständig zurückgedrängt werden. Wie in den Fig.3 und 4 zu sehen, kann das Filter 10 fensterartig, die Strahlungsquelle 12 in Fortpflanzungsrichtung der Strahlen 16 abdichtend ausgeführt sein. Dies kann dank der Stützstruktur 20, die entweder hochtemperaturfest mit der Dünnschicht 18 verbunden ist oder auch einteilig ausgeführt sein kann, geradlinig oder praktisch kreisförmig ausgebildet sein. Insbesondere durch die Stützstruktur 20 kann eine vergrößerte Filterfläche realisiert werden, wobei das Filter 10 selbst bei einer Temperatur im

30

Bereich von etwa 900 °C bis 1300 °C den mechanischen Belastungen während des Betriebs widersteht.

Die mechanische Stabilität des Filters 10 ermöglicht eine räumliche Trennung
5 der Strahlungsquelle 12 und der zu Erzeugung der Strahlen 16 verwandten Substanz 14
von einer hier nicht gezeigten optischen Einrichtung eines EUV-Lithographiegeräts.
Die Substanz 14 in der Strahlungsquelle 12 kann insbesondere durch Zuführung von
thermischer Energie, beispielsweise in Form eines Zinndampfes als Arbeitsgas
verwandt werden, einen Partialdruck von etwa 10 Pa erreichen. Hierdurch kann eine
10 Steigerung der Leistung einer Hochleistungsstrahlenquelle 12 erreicht werden.

Selbstverständlich kann zum Druckausgleich zwischen der Strahlungsquelle 12 und
einer in Fortpflanzungsrichtung der Strahlen 16 hinter dem Filter 10 angeordneten Kammer
30 ein im wesentlichen transparentes Gas, wie zum Beispiel Helium, in die Kammer 30
15 eingelassen werden.

Erfindungsgemäß wird ein Verfahren zur Herstellung eines Filters und eine
Vorrichtung zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz
angegeben, das den Einsatz für insbesondere Hochleistungsstrahlungsquellen
ermöglicht, die Transmission der EUV-Strahlen während des Betriebs dauerhaft
20 sicherstellt und zudem großflächig ausgebildet werden kann. Zudem kann das
erfindungsgemäße Filter zur Vermeidung einer Verschmutzung von optischen
Komponenten eines EUV-Lithographiegeräts verwandt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

	10	Filter
	12	Strahlungsquelle
5	14	Substanz
	16	Strahlen
	18	Dünnschicht
	20	Stützstruktur
	22	Schichtdicke
10	24	Stärke
	26	Geflecht
	28	Foiltrap
	30	Kammer

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Verfahren zur Herstellung eines Filters (10) zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle (12) kommenden Substanz (14), das eine für Extrem-ultra-violette und/ oder weiche Röntgenstrahlen (16) transparente Dünnschicht (18) aufweist,

10

dadurch gekennzeichnet,
dass das Filter (10) hochtemperaturfest ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

15

dadurch gekennzeichnet,
dass zunächst die Dünnschicht (18) und dann eine Stützstruktur (20) für die Dünnschicht (18) oder umgekehrt hergestellt werden, wobei das Filter (10) derart fertig gestellt wird, dass die Dünnschicht (18) hochtemperaturfest mit der Stützstruktur (20) verbunden ist.

20

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die Dünnschicht (18) mittels eines chemischen und/oder physikalischen Abscheidungsprozesses hergestellt wird.

25

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens die Dünnschicht (18) überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium, Zirkoniumcarbid (ZrC), Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid (SiC), Siliziumnitrid (Si₃N₄), Bornitrid (BN) oder eine Kombination daraus

30

enthält.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Dünnschicht (18) und die Stützstruktur (20) einteilig hergestellt werden.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Schichtdicke (22) für die Dünnschicht (18) von etwa 100 nm erreicht wird.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützstruktur (20) überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium, Zirkoniumcarbid (ZrC), Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid (SiC), Siliziumnitrid (Si₃N₄), Bornitrid (BN) oder eine Kombination daraus enthält.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
dass eine Stärke (24) für die Stützstruktur (20) von etwa 1 µm bis 1 mm eingestellt wird.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 8,
dadurch gekennzeichnet,
dass für die Dünnschicht (18) und die Stützstruktur (20) ein Material, das einen Schmelzpunkt von mindestens 1300 °C aufweist, ausgewählt wird.
- 25 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützstruktur (20) streifenförmig, beispielsweise unter Ausbildung eines gitter- oder wabenartigen Geflechts (26) ausgeführt wird.
- 30 11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Geflecht (26) mittels Erodieren, Laserbearbeiten oder fotochemischem Ätzen erzeugt wird.

12. Vorrichtung zum Zurückhalten einer von einer Strahlenquelle (12) kommenden Substanz (14) mittels eines Filters (10), das eine für Extrem-ultraviolette- und/oder weiche Röntgenstrahlen (16) transparente Dünnschicht (18) aufweist,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass das Filter (10) hochtemperaturfest ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 12,
10 dadurch gekennzeichnet,
dass die Dünnschicht (18) hochtemperaturfest mit einer Stützstruktur (20) verbunden ist, bzw. die Dünnschicht (18) und die Stützstruktur (20) einteilig herstellbar sind.
14. Vorrichtung nach Anspruch 13,
15 dadurch gekennzeichnet,
dass ein für die Dünnschicht (18) und die Stützstruktur (20) verwandtes Material mindestens einen Schmelzpunkt von 1300 °C aufweist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14,
20 dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest die Dünnschicht (18) mittels eines chemischen und/oder physikalischen Abscheidungsprozesses herstellbar ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15,
25 dadurch gekennzeichnet,
dass mindestens die Dünnschicht (18) überwiegend Zirkonium, Niob, Molybdän, Silizium, Zirkoniumcarbid (ZrC), Zirkoniumdioxid, Siliziumcarbid (SiC), Siliziumnitrid (Si₃N₄), Bornitrid (BN) oder eine Kombination daraus aufweist.
- 30 17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Dünnschicht (18) eine Schichtdicke (22) von etwa 100 nm aufweist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützstruktur (20) in etwa eine Stärke (24) von 1 µm bis 1 mm aufweist.
- 5
19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 bis 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Stützstruktur (20) streifenförmig, beispielsweise in Form eines gitter-
oder wabenartigen Geflechts (26) ausführbar ist.
- 10
20. Vorrichtung nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Geflecht (26) mittels Erodieren, Laserbearbeiten oder fotochemischem
Ätzen erzeugbar ist.
- 15
21. Verwendung des Filters (10) nach einem oder mehreren der vorstehenden
Ansprüche 12 bis 20 in einer Vorrichtung für die EUV-Lithographie.
22. Verwendung nach Anspruch 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Filter (10) bei einer Temperatur von etwa 900 °C bis etwa 1300 °C
betrieben wird.
- 20
23. Verwendung nach Anspruch 21 oder 22,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperatur für das Filter (10) so einstellbar ist, dass die zurück-
gehaltene Substanz (14) unter dem vorherrschenden Druck verdampft.
- 25
24. Verwendung nach einem der Ansprüche 21 bis 23,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Temperatur für das Filter (10) so einstellbar ist, dass die
zurückgehaltene Substanz (14) mit einer höheren Rate vom Filter (10)
verdampft, als sie darauf abgeschieden wird.
- 30

25. Verwendung nach einem der Ansprüche 21 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen Strahlungsquelle (12) und dem Filter (10) zusätzlich ein Foiltrap
(28) angeordnet wird.
26. Verwendung nach einem der Ansprüche 21 bis 24,
dadurch gekennzeichnet,
dass das Filter (10) fensterartig die Strahlungsquelle (12) abdichtet.
27. Verwendung nach Anspruch 26,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Substanz (14) in der Strahlungsquelle (12) einen Partialdruck von etwa
10 Pa erreicht.

ZUSAMMENFASSUNG

Verfahren und Vorrichtung zur Herstellung eines Filters zum Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz

- Die Erfindung beschreibt ein Verfahren zur Herstellung eines Filters zum
- 5 Zurückhalten einer von einer Strahlungsquelle kommenden Substanz, das eine für Extrem-ultraviolette und/oder weiche Röntgenstrahlung transparente Dünnschicht aufweist, das unter anderem in einer Vorrichtung eines EUV-Lithographiegerätes verwandt werden kann.
- 10 Um einen Einsatz für insbesondere Hochleistungsstrahlungsquellen zu ermöglichen, wird vorgeschlagen, dass das Filter (10) hochtemperaturfest ist.

Fig.1

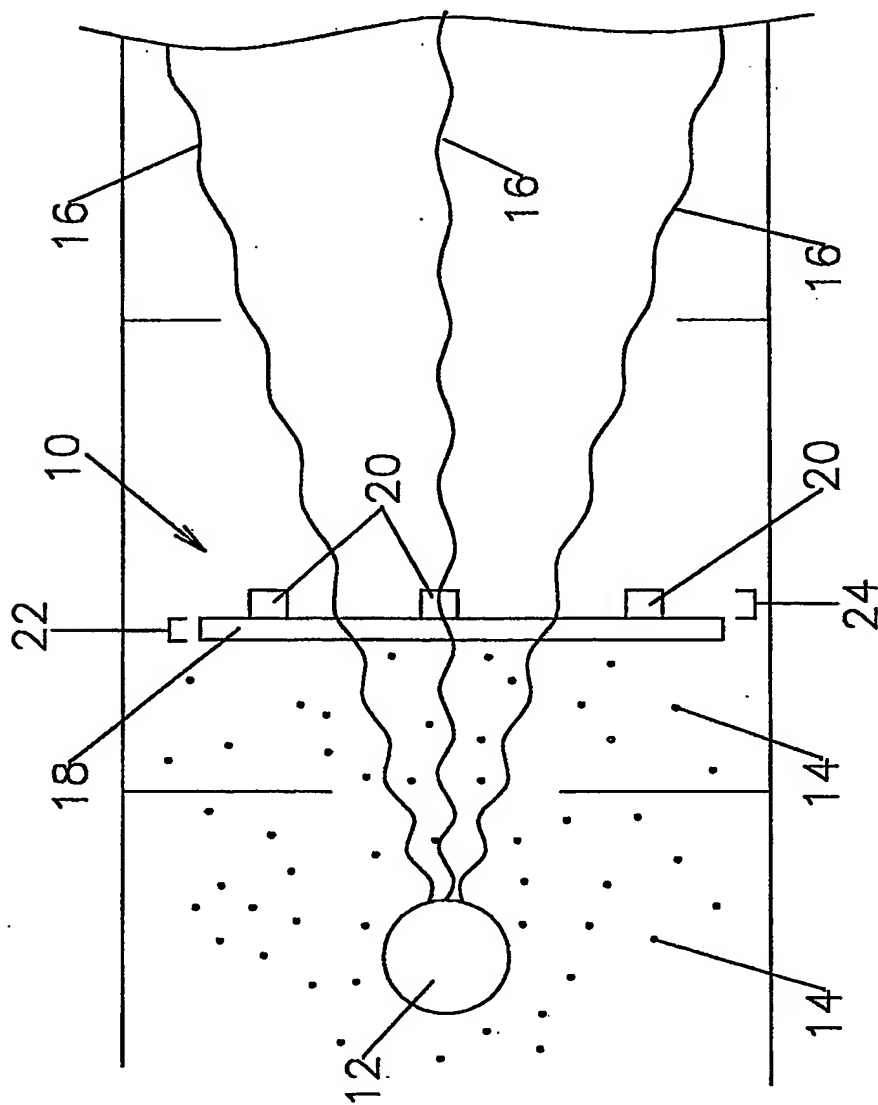


Fig. 1

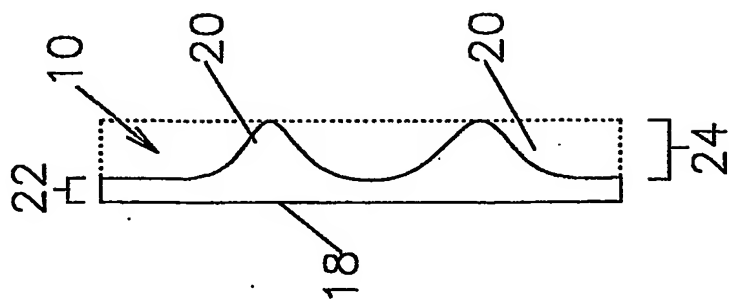


Fig. 1a

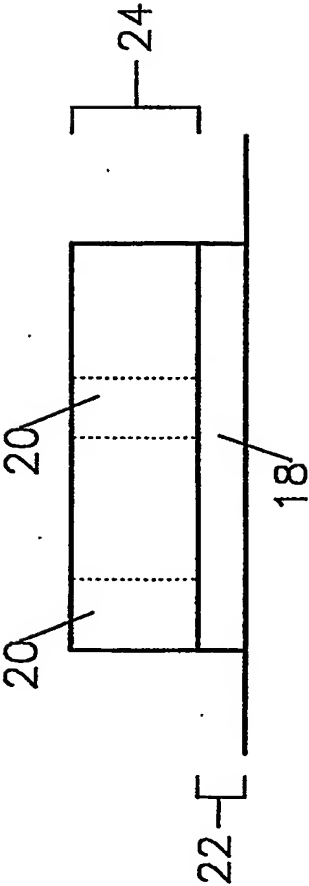


Fig. 2

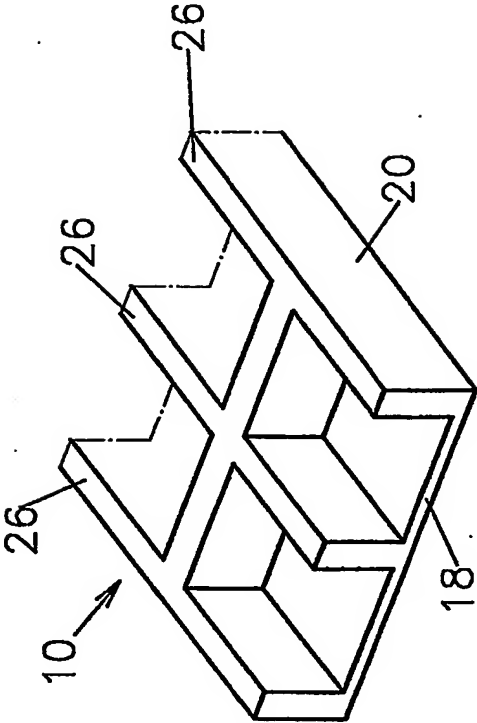


Fig. 2a

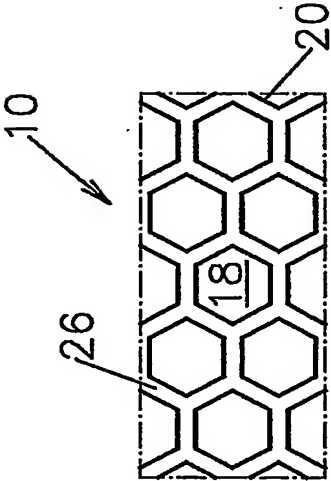


Fig. 2b

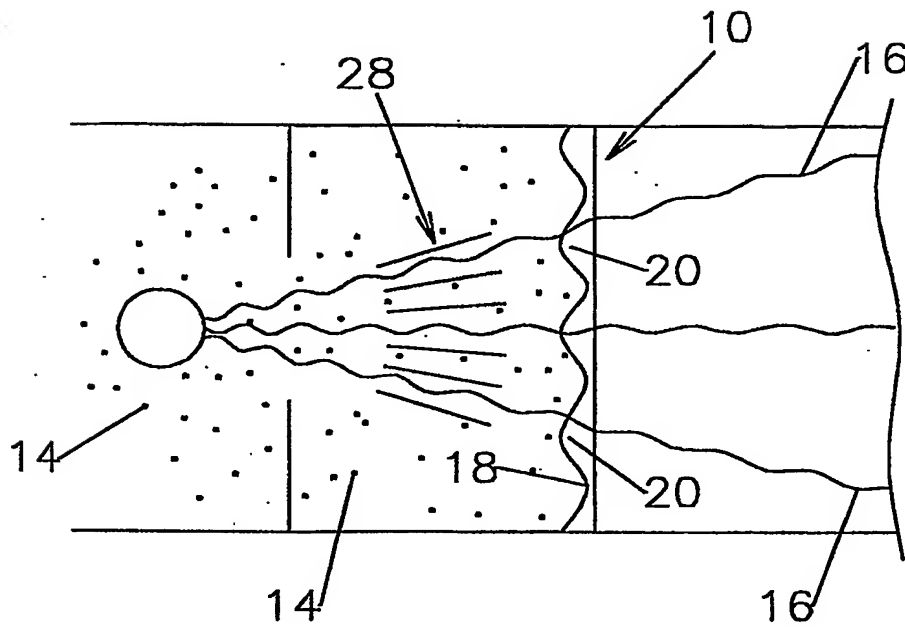


Fig.3

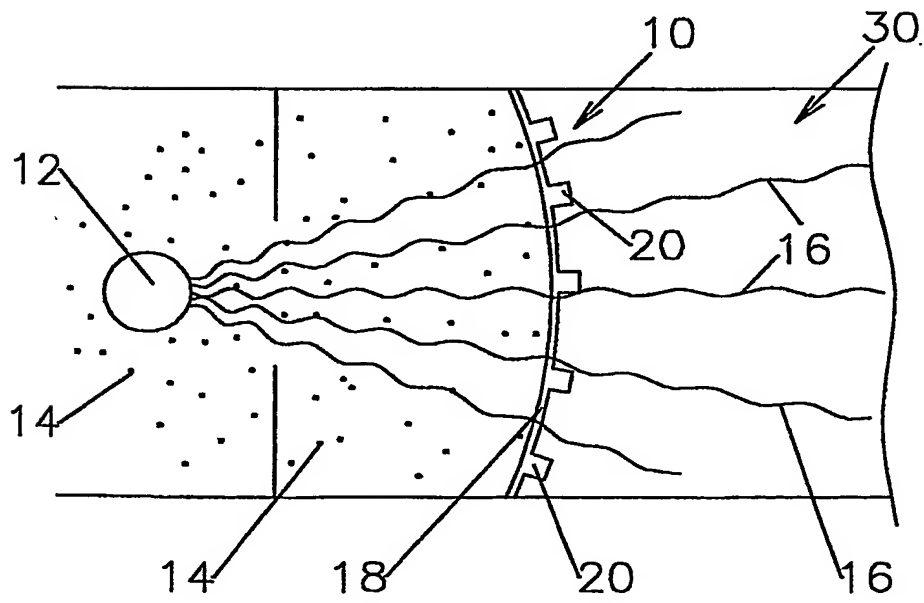


Fig.4